

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA E DESENVOLVIMENTO RURAL

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO USO DO LEITE DE CABRA NA ELABORAÇÃO DE
LEITE FERMENTADO ADICIONADO DE INULINA

Camila Spindola Sérgio

Florianópolis – SC

2016

CAMILA SPINDOLA SÉRGIO

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO USO DO LEITE DE CABRA NA ELABORAÇÃO DE
LEITE FERMENTADO ADICIONADO DE INULINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador(a): Profa. Dra. Elane Schwinden Prudêncio

Florianópolis – SC

2016

Camila Spindola Sérgio

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO USO DO LEITE DE CABRA NA ELABORAÇÃO DE LEITE FERMENTADO ADICIONADO DE INULINA

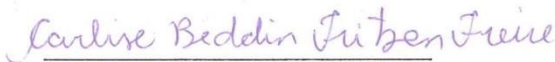
Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 16 de Novembro de 2016.

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a Carlise Beddin Fritzen Freire



MSc Silvani Verruck

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser essencial em minha vida, por atender minhas preces, e não me permitir desanimar diante das minhas fraquezas.

À minha mãe, Gilvânia Spindola, pela força e incentivo, pelos abraços confortantes, por estar sempre ao meu lado, e pelos grandes ensinamentos que permitiram com que eu chegasse onde estou. Aos meus amados amigos, Lucas da Silva de Oliveira e Luriely Pickler, por esses anos de convivência, com muito carinho e companheirismo. Ao meu namorado, por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre e me apoiar em todos os momentos.

À minha orientadora Profa. Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio, pelo acolhimento, dedicação, e paciência que tornou possível a execução deste trabalho.

A todos do laboratório de leites e derivados, pelo suporte. Em especial à Maria Helena, pelo apoio e presença durante todas as etapas da elaboração do projeto. Muito obrigada pelos ensinamentos diários.

Aos meus colegas do Movimento Estudantil, companheiros de gestão do Diretório Central dos Estudantes, e do Centro Acadêmico de Zootecnia, da qual tive orgulho de fazer parte. Agradeço pelos anos de companheirismo e experiências compartilhadas nesse espaço, que foi onde passei meus melhores momentos dentro da Universidade.

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural.

A todos que de alguma forma auxiliaram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

O interesse pela saúde ligado a mudança de hábitos alimentares tem aumentado a procura por alimentos funcionais. Dentre os alimentos funcionais, encontram-se os prebióticos, que apresentam a incorporação de fibras, como a inulina, que agem estimulando seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon. Além de ser considerado um prebiótico, a inulina pode ser usada como um substituto de gordura. Assim, a utilização do leite de cabra na elaboração de leite fermentado prebiótico, ou seja, com adição de inulina, seria uma alternativa para a elaboração de um alimento funcional. Cabe ressaltar que o leite de cabra apresenta alta digestibilidade, alto valor nutricional, e possui propriedades alergênicas inferiores em comparação ao leite de vaca. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o potencial do uso do leite de cabra na elaboração de leite fermentado adicionado de inulina. Foram elaborados dois tipos de leite fermentado, um denominado de Prebiótico adicionado com 6 g de inulina por cada 100 mL de leite, e um Controle, sem adição de inulina. Em ambos os leites fermentados foram adicionadas a cultura láctea com *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®], *Bifidobacterium* BB-12[®] e *Streptococcus thermophilus*. Estes leites fermentados foram avaliados quanto as suas propriedades físico-químicas, de cor e reológicas. Ao final pôde-se verificar que a inulina (6g/ 100 mL) contribuiu para o aumento dos valores de sólidos totais e pH, diminuindo, portanto os valores de acidez do leite fermentado. Os leites fermentados (Controle e Prebiótico) apresentaram coloração clara, com tendência a cor amarelo-esverdeada. Ambos os produtos elaborados apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano, com propriedades *shear thinning*, sendo que o modelo da Lei da Potência foi aplicado com sucesso para descrever as suas propriedades reológicas, sendo que a viscosidade aparente foi maior para o leite fermentado Prebiótico.

Palavras-chave: Leite de cabra, leite fermentado, prebiótico, inulina, análise reológica.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Coordenadas tridimensionais utilizadas na medida instrumental da cor de alimentos. 8
- Figura 2:** Viscosidade aparente versus taxa de deformação para o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) (■) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico) (●), na temperatura de $4,0 \pm 0,1$ °C. 15
- Figura 3:** Tensão de cisalhamento versus taxa de deformação, para o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) (■) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico) (●), na temperatura de $4,0 \pm 0,1$ °C. 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição físico-química média do leite de cabra.	4
Tabela 2: Propriedades físicas e químicas de leites fermentados do leite de cabra, sem adição de inulina (Controle) e adicionado de 6 g/100 mL de inulina (Prebiótico).	12
Tabela 3: Parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , ΔE , C^* , h^*) de leites fermentados do leite de cabra, sem adição de inulina (Controle) e adicionado de 6 g/100 mL de inulina (Prebiótico).	13
Tabela 4: Parâmetros reológicos obtidos utilizando-se o modelo da Lei da Potência, a viscosidade aparente e a área de histerese o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico).	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 O leite de cabra (<i>Capra aegagrus</i>)	3
2.2 Leite fermentado	4
2.3 Os prebióticos	5
2.4 Análise reológica e de cor	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Material	9
3.2 Elaboração do leite fermentado	9
3.3 Análises físico-químicas	9
3.4 Análise de cor	10
3.5 Análise reológica	10
3.6 Análise estatística	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Análises físicas e químicas	12
4.2 Análise de cor	13
4.3 Análise reológica	14
5 CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O interesse pela saúde e a mudança de hábitos alimentares é uma das principais causas pela busca de alimentos saudáveis e funcionais. Segundo Roberfroid (2002), um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado que o mesmo pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença.

O leite de cabra é considerado um alimento funcional devido a sua alta digestibilidade e valor nutricional, bem como suas características terapêuticas e dietéticas (PARK et al., 2007; FONSECA et al., 2013). Além disso, o leite de cabra é reconhecido por possuir propriedades alergênicas inferiores em comparação com o leite de vaca (MARTIN- DIANA et al., 2003), bem como um maior teor de ácidos graxos de cadeia curta, maior teor de zinco, ferro e magnésio. (SLACANAC et al., 2010).

A caprinocultura cumpre importante papel socioeconômico nas diversas regiões brasileiras, por gerar renda direta e representar uma excelente fonte alimentar. Segundo Silanikove et al. (2010), o aumento do consumo de leite de cabra (*Capra aegagrus*) em todo o mundo contribui para que os derivados caprinos se tornem mais populares e demonstrem sua capacidade de oferecer produtos de alta qualidade sob diversas condições climáticas e ambientais extremas. O leite de cabra é amplamente utilizado na elaboração de leites fermentados e outros produtos lácteos (COSTA et al., 2013). No entanto ainda existe a necessidade de pesquisas científicas para melhor utilizá-lo na obtenção destes produtos.

De acordo com Brasil (2007), entende-se por Leite Fermentado ou Cultivado o produto cuja fermentação se realiza com um ou vários dos seguintes cultivos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e/ou outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final.

Entre os alimentos com propriedades funcionais encontram-se os prebióticos. Segundo Saad (2006), os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon. Também pode garantir um benefício adicional ao hospedeiro, como inibir a multiplicação de patógenos. A inulina é um dos prébióticos mais estudados e utilizados na indústria alimentícia, com vantagens

tecnológicas e boas propriedades nutricionais (PASEEPHOL; SMALL; SHERKAT, 2008). Para uso tecnológico a inulina possui interessantes propriedades como um substituto de gordura, devido a sua capacidade em formar microcristais, quando misturados à água ou ao leite, criando uma textura suave e cremosa (KAUR; GUPTA, 2002). Além disso, a adição de inulina em um alimento lácteo pode alterar suas propriedades de textura (PASEEPHOL; SMALL; SHERKAT, 2008). Deste modo, assim como o leite de cabra, que possui alto valor nutritivo, a incorporação de um prebiótico, como a inulina, seria altamente recomendada para a obtenção de um leite fermentado funcional. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o potencial do uso do leite de cabra na elaboração de leite fermentado adicionado de inulina, determinando as suas propriedades físico-químicas, de cor e reológicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O leite de cabra (*Capra aegagrus*)

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAOSTAT), a produção mundial de leite de cabra em 2013 alcançou, aproximadamente, 18,4 milhões de toneladas. A maior parte do leite de cabra produzido no mundo é utilizada para consumo doméstico (autoconsumo), comércio local e usada na alimentação de crianças (DUBEUF, 2005). No Brasil, os rebanhos de cabra estão localizados principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, que consistem na produção direcionada em grande parte para consumo próprio, e para o mercado de leite e derivados, respectivamente. O leite caprino e seus produtos representam um nicho promissor para a indústria láctea, devido principalmente aos benefícios nutricionais e às propriedades de saúde do leite de cabra. Os derivados do leite de cabra são produtos de elevado valor agregado e características de sabor e aroma particulares, evidenciando oportunidades de diversificar e inovar o mercado de leite atendendo a novas demandas de produtos diferenciados e com propriedades de hipoalergenicidade (CHACÓN VILLALOBOS, 2005; RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B.F.; ALONSO, A., 2008; VARGAS et al., 2008).

De acordo com definição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), o leite de cabra é um alimento que possui valor nutritivo por conter os elementos necessários à nutrição humana, como açúcar (lactose), proteínas, gorduras, vitaminas, ferro, cálcio, fósforo e outros minerais (Tabela 1). O leite de cabra além de ser hipoalergênico possui gordura com boa digestão e proteína de alto valor biológico (HAENLEIN, 2004; RICHARDSON, 2004). Desta forma, há um crescente interesse pela utilização do leite de cabra e seus derivados como alimento dotado de propriedades funcionais, em consonância com a atual tendência de alimentação saudável (OLALLA et al., 2009).

Tabela 1: Composição físico-química média do leite de cabra, vaca e humano.

Tipo de leite	Proteína (g/100mL)	Gordura (g/100mL)	Lactose (g/100mL)	Cinzas (g/100mL)	Sólidos Totais (g/100mL)
Cabra	3,98	4,75	4,72	0,78	14,23
Vaca	3,40	3,70	4,90	0,72	12,70
Humano	1,00	4,30	7,40	0,18	12,90

Fonte: Woltschoon-Pombo e Furtado (1978) apud Medeiros et al. (1994), com modificações.

2.2 Leite fermentado

Define-se como leite fermentado os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismo específicos (BRASIL, 2007).

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007), estes produtos podem ser resultantes da fermentação se realiza com um ou vários dos seguintes cultivos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e/ou outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final.

O manejo adequado durante a ordenha não elimina totalmente o odor indesejável natural do leite de cabra, mas o desenvolvimento de derivados como iogurte, pode solucionar este problema (MARINHO et al., 2012). Dentre estes produtos destacam-se os produtos lácteos fermentados funcionais, ou seja, leites fermentados que contêm probióticos e/ou prebióticos (LEE; SALMINEM, 1995, HELANDER, 1997, JELEN; LUTZ 1998).

De acordo com a Resolução nº18 de 30/04/99, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde no Brasil, a definição de alimento funcional é: todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999). O alimento funcional, além de suas funções nutricionais como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos, possui em sua composição

uma ou mais substâncias que atuam modulando e ativando os processos metabólicos, melhorando as condições de saúde pelo aumento da efetividade do sistema imune, promovendo o bem-estar das pessoas e prevenindo o aparecimento precoce de alterações patológicas e de doenças degenerativas, que levam a uma diminuição da longevidade (PARK; KOO; CARVALHO, 1997; SGARBIERI; PACHECO, 1999). Os prebióticos estimulam o crescimento dos grupos endógenos de população microbiana, definidas como probióticos, tais como as *bifidobactérias* e os *lactobacilos* (BLAUT, 2002).

2.3 Os prebióticos

De acordo com a legislação brasileira, os prebióticos são definidos como ingredientes que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pela flora bacteriana do trato digestório originando substâncias que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas e inibem a colonização por bactérias patogênicas ou indesejáveis (BRASIL, 2004).

Uma das funções dos prebióticos é alterar a composição da microbiota, fazendo com que as bactérias com maior capacidade de promoção de saúde aumentem e fiquem predominantes. Para isso, são levadas em consideração algumas características importantes, como a resistência a enzimas salivares, pancreáticas e intestinais, bem como o ácido estomacal, sem sofrer hidrólise ou absorção no intestino delgado (BRASIL, 2004; STEFE; ALVES; RIBEIRO, 2008).

Os prebióticos mais conhecidos são a oligofrutose, a inulina, os galactooligossacarídeos e a lactulose (GUARNER, 2011). Esses ingredientes não digeríveis, presentes como material de reserva de algumas plantas, têm a capacidade de aumentar o número e/ou atividade de micro-organismo específicos no trato intestinal, com ação peculiar sobre *Bifidobacterium spp.* e *Lactobacillus spp.* (GIBSON; ROBERFROID, 1995; BURITI et al., 2007; SILVA, 2007).

A inulina e oligofrutose são pertencentes ao grupo dos frutanos, oligossacarídeos ou polissacarídeos de frutose presentes em alguns vegetais, e servem como carboidrato de reserva das plantas. Estes prebióticos são localizados em muitos produtos vegetais, como no grupo *Liliaceae* (alho, cebola, aspargos, alho-poró) e *Compositae* (chicória, alcachofra de Jerusalém e na batata yacon). Entre os quais, as raízes de chicória são consideradas

mais adequadas para aplicações industriais (VAN LOO et al., 1995; FLAMM et al., 2001).

A inulina nativa é formada por cadeias lineares de unidades de frutose, atreladas por ligações β -(2,1), que normalmente incluem uma molécula de glicose no final da cadeia, unida por uma ligação do tipo α -(1,2) (FRANCK, 2002; ROBERFROID, 2002; MOERMAN; VAN LEEUWEN; DELCOUR, 2004). O comprimento da cadeia, definido pelo número de unidades de monossacarídeos, também denominado de grau de polimerização (DP), é o que diferencia a inulina, que tem DP entre 10 e 60 (cadeia longa), da oligofrutose que apresenta DP menor do que 10 (cadeia curta) (BIEDRZYCKA; BIELECKA, 2004; SAAD, 2006).

Um consumo mínimo de 5 g por dia de inulina é considerado suficiente para aumentar a proporção de bifidobactéria na microbiota intestinal, embora a maioria dos estudos realizados *in vivo* complementaram a dieta humana com quantidades maiores (ROBERFROID; SLAVIN, 2000). O consumo de inulina em doses diárias superiores às recomendadas mostrou que não foram detectadas evidências de toxicidade, porém, assim como no caso de outros tipos de fibra, o seu consumo excessivo pode resultar em diarreia, flatulência, cólica e inchaço (ROBERFROID, 2005; STEWART; TIMM; SLAVIN, 2008).

A utilização de inulina de cadeia longa como um substituto de gordura é relacionada com a sua capacidade em formar microcristais, quando misturados à água ou ao leite, que interagem uns com os outros formando pequenos agregados. Estes agregados englobam uma grande quantidade de água, criando assim uma textura suave e cremosa, mantendo a mesma sensação que a gordura promove nos alimentos. Outro fator a ser considerado é que a adição de inulina em concentrações inferiores a 5 g/100 g de produtos lácteos líquidos e semi-sólidos fazem com que não haja modificação em suas características de textura, no entanto, para servir como substituto de gordura, é necessário uma concentração maior (KAUR; GUPTA, 2002; MONTAN, 2003; BOT et al., 2004).

2.4 Análise reológica e de cor

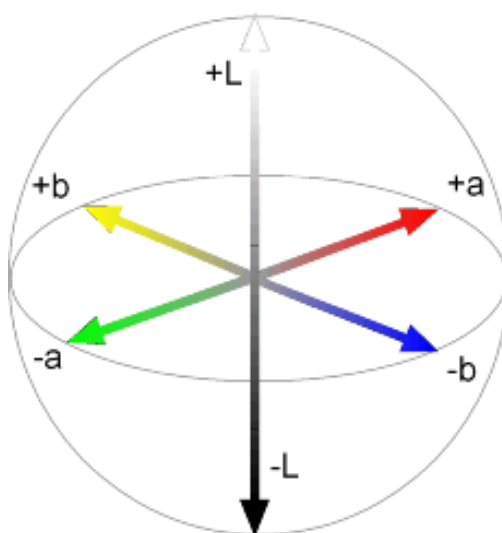
A reologia é definida como a ciência que estuda as propriedades mecânicas da matéria, como a deformação e o escoamento, quando esta é submetida às forças externas, denominados tensão ou deformação (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS,

2005). As características reológicas são essenciais para a aceitabilidade, o manuseio de derivados lácteos, o desenho e a forma de operação dos equipamentos industriais (AWADHWAL; SING, 1985). Além disso, o comportamento reológico tem relacionamento estreito com as propriedades sensoriais, as quais determinam a aceitabilidade do produto pelos consumidores (CASTRO, 2003). Um fluido é caracterizado por apresentar capacidade de deformação contínua quando submetido à ação de uma força tangencial, denominada tensão de cisalhamento (CAMPOS, 1989; STREETER, 1996). Os fluídos são divididos em Newtonianos e não Newtonianos, um fluido é chamado de Newtoniano quando apresenta uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, independente do tipo de escoamento, dependendo apenas da temperatura e da composição do fluido (SILVA, 2000). Enquanto que no fluido não Newtoniano a relação entre tensão de cisalhamento e a taxa de deformação é inconstante, o que caracteriza uma interação entre seus componentes. Os fluídos não Newtonianos ainda podem ser classificados dependentes ou independentes do tempo (SCHRAMM, 2006), além da viscosidade desses fluídos não serem únicas e variar com a taxa de cisalhamento (MACHADO, 2002). Os independentes do tempo dividem-se em pseudoplásticos (*shear thinning*), nos quais a viscosidade aparente do fluido diminui ao aumentar a taxa de deformação e em dilatantes (*shear thickening*), quando a viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de deformação (TABILO-MUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

A análise de cor é importante por influenciar de forma significativa a aceitação e qualidade do produto (DELAHUNTY; DRAKE, 2004; DUFOSSÉ et al., 2005; WADHWANI; MCMAHON, 2012). Com a intenção de estabelecer um padrão de cor, em 1976, a *Commission Internationale d'Eclairage* (CIE) recomendou o uso da escala de cor CIELAB ou CIE $L^*a^*b^*$ (WU; SUN, 2013). A determinação instrumental da cor mais utilizada em leites fermentados é através do uso de um colorímetro, que emprega a escala CIE $L^*a^*b^*$ (CUNHA; DIAS; VIOTTO, 2010), representada na Figura 1 (HUNTERLAB, 1996). Nesta escala os intervalos de L^* representam a luminosidade que pode variar de 0 a 100. Quanto mais próxima a medida de 100 representa que a amostra é branca (clara), enquanto mais próxima de 0, representa ser mais preta (escura). Já a medida a^* com valores positivos indica a aproximação da cor vermelha, enquanto valores negativos indicam a aproximação ao verde. Nos valores de b^* positivos e negativos, tem-se a variação da cor entre o amarelo e o azul, respectivamente (DUFOSSÉ et al., 2005). Com a determinação instrumental da cor através do colorímetro, é possível avaliar a

cromaticidade (C^*) dos leites fermentados – responsável por indicar a intensidade da cor -, e o ângulo Hue (h^*) que é o ângulo que determina a tonalidade das amostras.

Figura 1: Coordenadas tridimensionais utilizadas na medida instrumental da cor de alimentos.



Fonte: HUNTERLAB (1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Leite de cabra integral UHT (13,3 g/100 mL de sólidos totais, 6,00 g/100 mL de gordura, 3,00 g/100 mL de proteína, 0,24 g de cinzas/100 mL e 4,30 g carboidrato/100 mL, Caprilat®, CCA Laticínios, Rio de Janeiro, Brasil), fermento lácteo (*L. acidophilus* LA-5® 1x10⁶ UFC/g, *Bifidobacterium* BB-12® 1x10⁶ UFC/g e *S. thermophilus*, BioRich®, Chr. Hansen, Horsholm, Dinamarca), inulina (Orafti® HPX Orafti, Tienen, Bélgica) com grau de polimerização (DP) ≥ 23 , leite de cabra em pó integral (91,22 g/100 g de sólidos totais, 32,31 g/100 g de gordura, 26,93 g/100 g de proteína, 1,22 g/100 g de cinzas e 30,77 g carboidrato/100 g, Caprilat®, CCA Laticínios, Rio de Janeiro, Brasil), e sacarose. Todos os demais reagentes empregados nas análises foram de grau analítico.

3.2 Elaboração do leite fermentado

Foram elaborados dois tipos de leites fermentados do leite de cabra, um denominado de Prebiótico, ou seja, adicionado com 6 g de inulina por cada 100 mL de leite, e um Controle, sem adição de inulina, empregando metodologia proposta por Lucey e Singh (1998), com modificações. O leite com 10 g/100 mL de sacarose e de leite de cabra em pó, adicionado ou não de inulina, foi aquecido a 85 °C por 5 minutos. Ambas as amostras foram resfriadas até 42 \pm 1°C, adicionada a cultura láctea e fermentadas nesta temperatura. Após o período de fermentação, os leites fermentados foram resfriados até 4 \pm 1°C, gentilmente batidos, para a quebra do coágulo. Estas amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas fechadas com tampas de folha de alumínio e armazenadas em refrigeração a 4 \pm 1°C até a realização das análises.

3.3 Análises físico-químicas

As amostras de leite fermentado foram analisadas em relação ao teor de sólidos totais, acidez titulável e pH. As análises de teor de sólidos totais (g/100 g) foram realizadas por secagem em estufa a 105 \pm 1°C até peso constante (AOAC, 2005); a acidez em ácido láctico (g/100 g) foi realizada de acordo com a metodologia descrita no Manual

de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As medidas dos valores de pH foram obtidas através de método potenciométrico, utilizando pHmetro (Quimis, modelo Q-400, Brasil) previamente calibrado com soluções tampão (pH 7,0 e pH 4,0). Todas estas análises foram obtidas em triplicata.

3.4 Análise de cor

A análise de cor dos leites fermentados foi realizada cinco vezes em cada amostra, empregando colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japão), ajustado para operar com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, previamente calibrado. A escala CIELab foi utilizada para calcular os valores de L*, a* e b*, onde: L* representa a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco); a* indica a variação do vermelho (+a*) ao verde (-a*); e o parâmetro b* indica a variação do amarelo (+b*) ao azul (-b*). A diferença total da cor (ΔE^*) entre os valores observados das amostras (Prebiótico e Controle), foi calculado segundo Capellas et al. (2001) utilizando a Equação 1:

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad (1)$$

onde ΔL^* é a diferença da luminosidade entre as amostras; Δa^* representa a intensidade da cor vermelha entre as amostras; e Δb^* a intensidade da cor amarela entre as amostras.

Também foi calculado o valor do ângulo Hue (h^*) e do Chroma (C^*), segundo as Equações 2 e 3, respectivamente, conforme descrito por González-Martínez et al. (2002) com alterações.

$$h^* = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) + 180^\circ \quad (2)$$

$$C^* = \frac{(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}}{2} \quad (3)$$

3.5 Análise reológica

As medidas reológicas dos leites fermentados (Controle e Prebiótico) foram realizadas utilizando reômetro rotacional Brookfield com cilindros concêntricos (Brookfield Engineering Laboratories, modelo DVIII Ultra, Stoughton, EUA) e spindle SC4-21. As medidas foram coletadas através do software Rheocalc® 32 versão 3.2

(Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, EUA). As curvas de fluxo foram geradas pelo aumento linear da taxa de deformação de $39,06 \text{ s}^{-1}$ a $120,90 \text{ s}^{-1}$ nos primeiros 15 minutos (curva ascendente) e retornou para $39,06 \text{ s}^{-1}$ nos 15 minutos seguintes (curva descendente). O reômetro foi controlado termostaticamente por um banho de água circulante (TECNAL model TE-184, São Paulo, Brasil) na temperatura de $4,0 \pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. A velocidade de rotação foi aumentada de 40 rpm para 130 rpm, aumentando 2 rpm a cada 15 s. O comportamento de fluxo foi descrito através do modelo Lei da Potência de acordo com a Equação 4:

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^n \quad (4)$$

onde σ é a tensão de cisalhamento (Pa), $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s^{-1}), K é índice de consistência (Pa.s^{-1}) e n é o índice de comportamento de fluxo. Os valores de viscosidade na curva descendente (viscosidade / taxa de deformação) a uma taxa de 50 s^{-1} foram considerados como viscosidade aparente (η) em ambos os leites fermentados (Controle e Prebiótico). De acordo com Bourne (2002) esta taxa representa a viscosidade aproximada percebida na boca. O comportamento tixotrópico dos leites fermentados (Controle e Prebiótico) foi avaliado calculando a área de histerese entre as curvas ascendente e descendente. Todos os valores foram obtidos em triplicata.

3.6 Análise estatística

Os dados foram obtidos através do *software* STATISTICA versão 12.0 (StatSoft Inc., Tulsa, Estados Unidos) e foram expressos como média e desvio padrão. A análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey (5 % de significância) foram utilizados para verificar a existência de diferenças significativas entre os resultados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físicas e químicas

A Tabela 2 demonstra os valores referentes às propriedades físicas e químicas dos leites fermentados (Controle e Prebiótico). Os teores de sólidos totais estão de acordo com os valores relatados por Tamime e Robinson (2007), que citaram que leites fermentados, tipo iogurte, devem apresentar o teor de sólidos totais em torno de 23,5 g/100 g. Valores similares de sólidos totais também foram encontrados por Maestri et al. (2014) e Crispín-Isidro et al. (2015) para iogurtes adicionados de inulina. Em relação aos valores de acidez e pH dos leites fermentados do leite de cabra (Controle e Prebiótico), foi possível verificar que foram menor e maior ($P < 0,05$), respectivamente, para o adicionado de inulina. Tamime et al. (2011) citaram que normalmente em leites fermentados de cabra as culturas adicionadas crescem mais rapidamente. Desta forma, o leite fermentado Prebiótico, apresentou este comportamento devido a adição de inulina. Segundo Ding e Shah (2008) os microrganismos das culturas lácticas e probióticas podem metabolizar os carboidratos, como a inulina, presentes no leite fermentado, produzindo pequenas quantidades de ácidos orgânicos. Entretanto, todas as amostras apresentaram valores para a acidez dentro do estipulado pela Instrução normativa n° 46, de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que prevê valores para a acidez entre 0,6 e 2,0 g/100g (BRASIL, 2007).

Tabela 2: Propriedades físicas e químicas de leites fermentados do leite de cabra, sem adição de inulina (Controle) e adicionado de 6 g/100 mL de inulina (Prebiótico).

Análises	Controle	Prebiótico
Sólidos totais (g/ 100 g)	22,06 ^b ± 0,08	25,29 ^a ± 0,02
Acidez titulável (g/ 100 g)	0,72 ^a ± 0,0	0,66 ^b ± 0,02
pH	4,83 ^b ± 0,01	4,90 ^a ± 0,01

Resultados expressos como média ± desvio padrão, realizados em triplicata para cada análise.

^{a,b} Para cada linha, diferentes letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de leite fermentado.

4.2 Análise de cor

Os parâmetros de cor dos leites fermentados estão apresentados na Tabela 3. Em relação ao parâmetro L^* que representa a luminosidade, não houve diferença ($P < 0,05$) entre as amostras. Pimentel, Garcia e Prudencio (2012) também não observaram efeito da adição do frutano tipo inulina no parâmetro L^* em iogurtes preparados com leite de vaca. Nos dois leites fermentados foi possível verificar valores altos para a luminosidade (L^*), indicando produtos mais claros. Mendes, Silva e Abrantes (2009) descreveram que a cor do leite de cabra é branca pela ausência de β – caroteno, pois esta espécie converte todo este componente em vitamina A no leite o que torna o leite caprino mais branco do que o leite de vaca, resultando assim em derivados mais brancos. Segundo Zhu et al. (2016) no processo de obtenção da inulina, a mesma é descolorida, não interferindo no parâmetro de luminosidade de derivados lácteos.

Tabela 3: Parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , ΔE , C^* , h^*) de leites fermentados do leite de cabra, sem adição de inulina (Controle) e adicionado de 6 g/100 mL de inulina (Prebiótico)

Análises	Controle	Prebiótico
L^*	$80,70^a \pm 0,02$	$80,32^a \pm 0,40$
b^*	$7,15^a \pm 0,04$	$7,23^a \pm 0,11$
a^*	$-1,68^b \pm 0,01$	$-1,82^a \pm 0,02$
ΔE^*	0,41	
C^*	$7,34^a \pm 0,03$	$7,46^a \pm 0,11$
h^*	$103, 29^b \pm 0,02$	$104, 15^a \pm 0,07$

Resultados expressos como média \pm desvio padrão, realizados em triplicata para cada análise.

^{a,b} Para cada linha, diferentes letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de leite fermentado.

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre o parâmetro b^* , dos dois leites fermentados elaborados, ou seja, ambos apresentaram tendência à tonalidade amarelada. Apesar de Pimentel, Garcia e Prudencio (2012) citarem que iogurtes de leite de cabra naturais visualmente pareçam brancos e brilhantes ao olho humano, o colorímetro é mais sensível, sendo assim capaz de captar a cor amarela. Apesar de serem diferentes ($P < 0,05$) em relação ao parâmetro a^* , os dois leites fermentados elaborados apresentaram tendência à coloração esverdeada. Como descrito por Fritzen-Freire et al. (2013) este resultado ocorreu provavelmente devido a presença de riboflavina no leite.

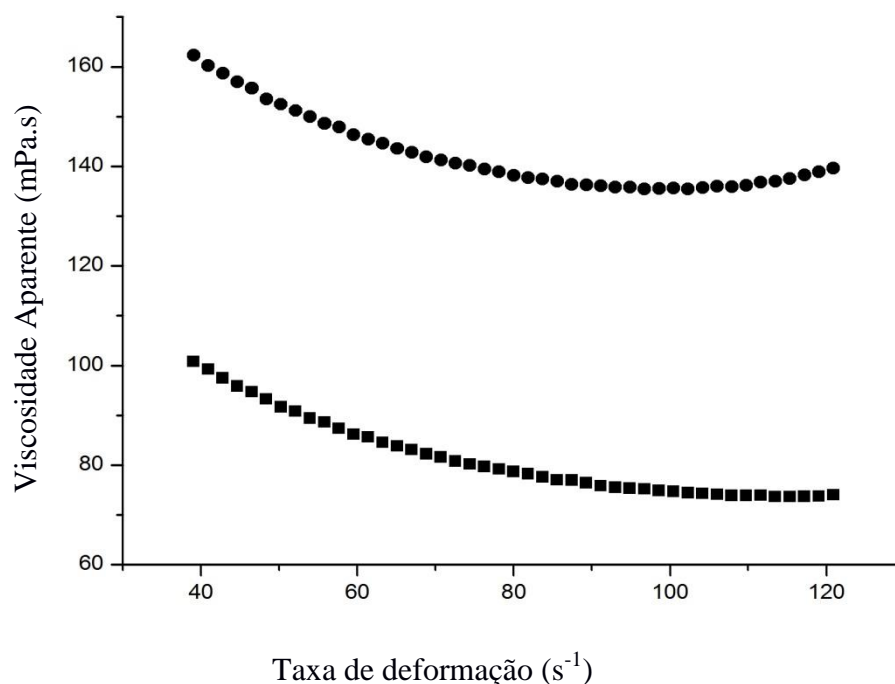
Conforme Lawless e Heymann (2010) o parâmetro ΔE^* é capaz de indicar a percepção dos parâmetros de cor de um produto pelo olho humano. Assim, pôde-se verificar que ambos os leites fermentados (Controle e Prebiótico) apresentaram valor menor do que 1. Martínez-Cervera et al. (2011) descreveram que valores para ΔE^* menores do que 1, indicam que a diferença de cor entre as amostras não pode ser perceptível pelo olho humano. Quanto ao comportamento do ângulo Hue (h^*) foi possível verificar que a inulina contribuiu para o seu aumento no leite fermentado Prebiótico. Juan et al. (2013) afirmaram que a natureza da partícula da inulina, pode ter agido nos centros de dispersão da luz influenciando assim no valor de h^* . Solowiej et al. (2015) citaram que o parâmetro Chroma (C^*) representa a saturação da cor, ou seja, a combinação dos parâmetros a^* e b^* . Com os resultados obtidos para C^* , foi possível observar que a pequena diferença em relação ao a^* dos leites fermentados, não foi capaz de alterar C^* .

4.3 Análise reológica

Os leites fermentados do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) e com adição de inulina (Prebiótico) apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano (Figura 2). Para estes dois produtos verificou-se uma diminuição na viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, indicando que os fluidos apresentaram propriedades de *shear thinning*. Mesma propriedade foi verificada em iogurtes por Pang et al. (2016) e Yu, Wang e McCharthy (2016). De acordo com Yu, Wang e McCarty (2016) o comportamento reológico do iogurte é influenciado pela rede tridimensional formada por fortes ligações entre suas proteínas. Entretanto, maior viscosidade foi observada para o leite Prebiótico. El-Nagar et al. (2002) credita tal comportamento a inulina, que é considerada uma substância altamente higroscópica demonstrando assim,

facilidade de ligar-se a água e formar um gel mais viscoso, sendo que quanto maior for a concentração de inulina, maior será a viscosidade.

Figura 2: Viscosidade aparente versus taxa de deformação para o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) (■) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico) (●), na temperatura de $4,0 \pm 0,1$ °C.



Os reogramas mostrados na Figura 3 e os valores da Tabela 4 demonstram que o leite fermentado com inulina (Prebiótico) apresentou maior ($P < 0,05$) área de histerese. Debon, Prudêncio e Petrus (2010) observaram aumento na histerese quando utilizada inulina em leite fermentado. Este resultado confirma o observado por Lucas (1996) que afirma que um fluido com maior viscosidade apresenta uma maior área de histerese que um fluido menos viscoso. Karimi et al. (2015) e Shoaib et al. (2016) creditam tal fato a adição de inulina, que conforme estes autores, quando apresentam grandes cadeias, como a utilizada neste experimento, pode ser utilizadas como substituto de gordura, conferindo a mesma propriedade que a gordura do leite, ou seja, o aumento da sua viscosidade.

Figura 3: Tensão de cisalhamento versus taxa de deformação, para o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) (■) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico) (●), na temperatura de $4,0 \pm 0,1$ °C.

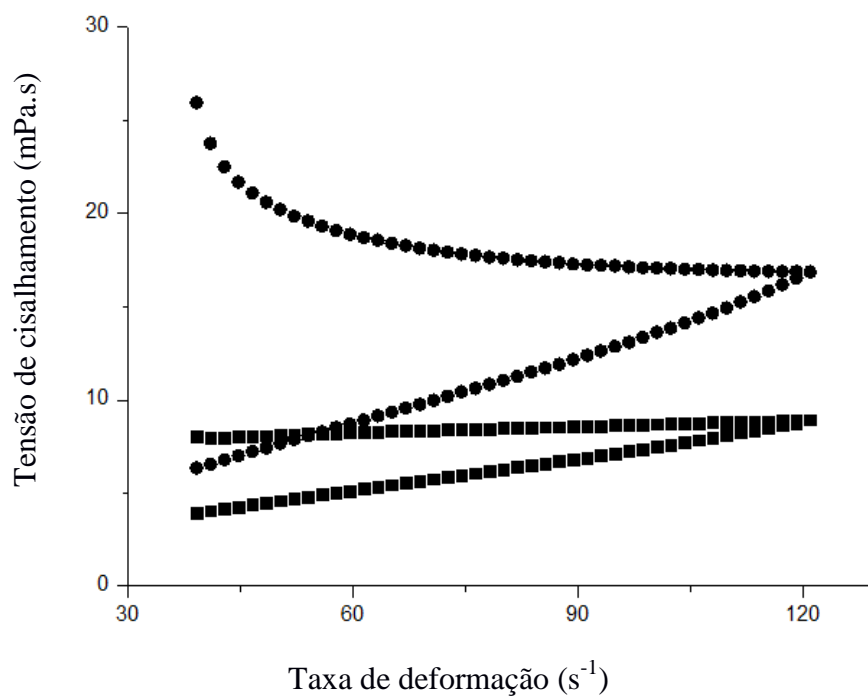


Tabela 4: Parâmetros reológicos obtidos utilizando-se o modelo da Lei da Potência, a viscosidade aparente e a área de histerese o leite fermentado do leite de cabra sem adição de inulina (Controle) e para o adicionado de 6 g/ 100 mL de inulina (Prebiótico).

Amostra	Modelo Lei da Potência		Viscosidade aparente (mPa.s)	Área de Histerese
	Índice de comportamento de fluxo (n)	R ²		
Controle	0,809 ^b	0,996	92,00 ^b	175,73 ^b
Prebiótico	0,983 ^a	0,995	152,67 ^a	582,45 ^a

Resultados expressos como média, realizados em triplicata para cada análise.

^{a,b} Para cada coluna, diferentes letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de leite fermentado.

Os parâmetros reológicos das amostras descritos pelo modelo da lei da potência estão também apresentados na Tabela 4. Os coeficientes de correlação para o modelo foram iguais ou maiores à 0,995. Com isto observa-se que o modelo da lei da potência foi adequadamente empregado, ou seja, conseguiu descrever o comportamento reológico dos leites fermentados (Controle e Prebiótico). Comportamento semelhante foi observado por Cunha et al. (2008) para bebidas lácteas fermentadas. Através deste modelo foi verificado que os dois leites fermentados apresentaram-se como fluido *shear thinning* ($n < 1$), confirmando o comportamento não-Newtoniano. Mesmo comportamento foi verificado para leite fermentado prebiótico por Cruz et al. (2013). Neste contexto, estes autores ressaltam que o desenvolvimento de leites fermentados prebióticos provenientes de diferentes espécies animais são importantes para o aumento da sua aceitabilidade pelos consumidores e pelas agências reguladoras.

5 CONCLUSÃO

A inulina (6g/ 100 mL) contribuiu para o aumento dos valores de sólidos totais e pH, diminuindo, portanto os valores de acidez do leite fermentado. Os leites fermentados (Controle e Prebiótico) apresentaram coloração clara, com tendência a cor amarelo-esverdeada. Ambos os produtos elaborados apresentaram comportamento de fluido não-Newtoniano, com propriedades *shear thinning*, sendo que o modelo da Lei da Potência foi aplicado com sucesso para descrever as suas propriedades reológicas. A viscosidade aparente foi maior para o leite fermentado Prebiótico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association analytical chemists**. 18th. ed. Maryland, USA, 2005.

AWADHWAL, N. K.; SINGH, C. P. A Rheological model for milk products. **Journal of Food Science**, v. 50, n. 6, p. 1611-1614, 1985.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends Food Sci. Technol.**, v.15, p.170-175, 2004.

BLAUT, M. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. **European Journal Of Nutrition**. Alemanha, v. 41, p. 11-16. out. 2002.

BOT, A. et al. Influence of crystallisation conditions on the large deformation rheology of inulin gels. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 547-556, 2004.

BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2002. 427 p.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

BRASIL, Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007.

BRASIL, Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de Novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 01 de dezembro de 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa Nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 de novembro de 2000.

BURITI, F.C.A. et al. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus termophilus*. **Food Chemistry**, v.104, n.4, p.1605-1610, 2007

CAMPOS, S.D.S. et al. Reologia e Textura em Alimentos. **Instituto de Tecnologia de Alimentos – Campinas**. p. 83, 1989.

CAPELLAS, M. et al. Effect of high-pressure processing on physico-chemical characteristics of fresh goat's milk cheese (Matô). **International Dairy Journal**, v.11, p.165-173, 2001.

CASTRO, A. G. **A Química e a Reologia no Processamento dos Alimentos**. Portugal: Instituto Piaget, 2003. 296 p.

CHACÓN VILLALOBOS, A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones em el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, v.16, n.2, p.239- 252, 2005.

COSTA, M. P., et al. Leite fermentado: Potencial alimento funcional. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1387–1408, 2013.

CRISPÍN-ISIDRO, G. et al. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT - Food Science and Technology**. p. 438-444, 2015.

CRUZ, A.G. et al. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 114. p. 323–330, 2013.

CUNHA, C. R.; DIAS, A. I.; VIOTTO, W. H. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. **Food Research International**, v. 43, p. 723–729, 2010.

CUNHA, T. M. et al. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**. v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008.

DEBON, J.; PRUDÊNCIO, E.S.; PETRUS, J.C.C. Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered fermented milk. **Journal of Food Engineering**, v.99, p. 128–135, 2010.

DELAHUNTY, C. M.; DRAKE, M. A. Sensory character of cheese and its evaluation. In: **Cheese; Chemistry, Physics and Microbiology**, Volume 1, General Aspects, FOX, P. F; MCSEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. (eds), Elsevier, London, Capítulo 19, p. 455-487, 2004.

DING, W. K.; SHAH, N. P. Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. **International Food Research Journal**, v. 15, n. 2, p. 219-232, 2008.

DUBEUF, J.P. Structural, market and organizational conditions for developing goat dairy production systems. **Small Ruminant Research.**, v. 60, p. 67-74, 2005.

DUFOSSÉ, L. et al. Spectrocolorimetry in the CIE L*a*b* color space as useful tool for monitoring the ripening process and the quality of PDO red-smear soft cheeses. **Food Research International**, v.38, p. 919–924, 2005.

EL-NAGAR, G. et al. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v. 55, n. 2, p. 89-93, 2002.

FAOSTAT. **Organização para a alimentação e agricultura - divisão de estatísticas**. 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FLAMM, G. et al. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review af the evidence. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.41, n.5, p.353-362, 2001.

FONSECA, C. R., K. et al. Storage of refrigerated raw goat milk affecting the quality of whole milk powder. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 4716–4724, 2013.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, London, v. 87, n. 2, p. 287-291, 2002.

FRITZEN-FREIRE, C.B. et al. Effect of the application of Bifidobacterium BB-12 microencapsulated by spray drying with prebiotics on the properties of ricotta cream. **Food Research International**, v. 52. p. 50–55, 2013.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p.1401-1412,1995.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. et al. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. **Trends in Food Science and Technology**, v. 13, p. 334-340, 2002.

GUARNER, Francisco. **Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia: Probióticos e prebióticos**. 2011. Disponível em: <<http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-portuguese-2011.pdf>>. Acesso em: 12 junho 2016.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 154-163, 2004.

HELANDER, I.M., VON WRIGHT, A., MATTILA-SANDHOLM, T.M. Potential of lactic acid bacteria and novel antimicrobials against Gramnegative bacteria. **Trends in Food Science and Technology**, v 8, p. 146-150, 1997.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications Note**, v. 8, n. 7, p. 1-15, 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas Do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (4 ed.), São Paulo, Brasil, 2008.

JELEN, P.; LUTZ, S.. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G.. **Functional Foods Biochemical and Processing Aspects**. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, 1998. p.357-380.

JUAN, B. et al. Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. **International Journal of Dairy Technology**. v. 66, p. 478-483, 2013.

KARIMI, R. et al. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: a review. **Carbohydrate Polymers**. v. 119, p. 85-100, 2015.

KAUR, N.; GUPTA, A. K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal of Biosciences**, v. 27, p. 703-714, 2002.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2. ed. New York: Springer, 2010. 598 p.

LEE, Y.K., SALMINEN, S. The coming age of probiotics. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 241-245, 1995.

LUCAS, M. J. H. **Caracterización reológica de hidrogeles de MCC-NaCMC + almidón. Tixotropía y sinergismo**. 1996. 232 f. Tese (Doutorado) - Curso de Física, Universitat de València, València, 1996.

LUCEY, J.A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**. v. 30, n.7, p. 529-542, 1998.

MACHADO, J. C. V. **REOLOGIA E ESCOAMENTO DE FLUIDOS - Ênfase na Indústria de Petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. 258 p.

MAESTRI, B. et al. Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado. **Brazilian Journal Food Technology Campinas**, v. 17, n. 1, p. 58-66, 2014.

MARINHO, M. et al. Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.14, p.497-510, 2012.

MARTIN-DIANA, A. B. et al. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 827-833, 2003.

MARTINEZ-CERVERA, S. et al. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.729-736, 2011.

MEDEIROS, L. P. et al. **Caprinos: princípios básicos para sua exploração**. Teresina: Embrapa, 1994. 177 p.

MENDES, C.G.; SILVA, J.B.A.; ABRANTES, M.R. Caracterização organoléptica, físico-química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.3, n.1, p.5-12, 2009.

MOERMAN, F. T.; LEEUWEN, M. B.; DELCOUR, J. A. Enrichment of higher molecular weight fractions in inulin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 12, p. 3780-3783, 2004.

MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Revista Brasil Alimentos**, v. 4, n. 19, p. 28-29, 2003.

OLALLA, M. et al. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, v. 113, p. 835-8, 2009.

PANG, Z. et al. Development of rheological and sensory properties of combinations of milk proteins and gelling polysaccharides as potential gelatin replacements in the manufacture of stirred acid milk gels and yogurt. **Journal of Food Engineering**, v. 169, p. 27-37, 2016.

PARK, Y. K.; KOO, M. H.; CARVALHO, P. O. Recentes progressos dos alimentos funcionais. **Boletim da SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 200-206, 1997.

PARK, Y. W. Rheological characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 73-87, 2007.

PASEEPHOL, T., SMALL, D. M.; SHERKAT, F. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. **Journal of Texture Studies**, v. 39, p. 617-634, 2008.

PIMENTEL, T. C; GARCIA, S; PRUDENCIO, S. H. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**. v. 33, n. 3, p. 1059-1070, 2012.

RICHARDSON, C.W. Let's learn about dairy goats and goat's milk. **Cooperative Extension Service** (Oklahoma State University), Oklahoma, boletim n. 424, 2004.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105-10, 2002.

ROBERFROID, M.; SLAVIN, J. L. Nondigestible oligosaccharides. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 40, p. 461-480, 2000.

ROBERFROID, M.B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**. v. 93, p.13-25, 2005.

RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B.F.; ALONSO, A. Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.28, p. 109-115, 2008.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SCHRAMM, G. **Reologia e Reometria: Fundamentos Teóricos e Práticos**. São Paulo: Artliber, 2006. 240 p.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1/2, p7-19, 1999.

SHOAIBA, M. et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 147, p. 444–454, 2016.

SILINIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 110-124, 2010.

SILVA, F. C. **Reologia do suco de acerola: efeito da concentração e da temperatura**. 2000. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp049847.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2016.

SLACANAC, V. et al. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, p. 171-189, 2010.

SOŁOWIEJ, B. et al. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. **Food Hydrocolloids**, v. 44. p. 1-11, 2015.

STEFE, C. A.; ALVES, M. A. R.; RIBEIRO, R. L. Probióticos, Prebióticos, Simbióticos. **Saúde&ambiente em Revista**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p.16-33, jan. 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/alimentos.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

STEWART, M. L.; TIMM, D. A.; SLAVIN J. L. Fructooligosaccharides exhibit more rapid fermentation than long-chain inulin in a vitro fermentation systems. **Nutrition Research**, v.28, p. 329-334, 2008.

STREETER, V. L.. **Mecânica dos Fluidos**. México: Mcgraw-hiil, 1996. 594 p.

TABILO-MUNIZAGA, G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 147-156, 2005.

TAMIME A. Y.; ROBINSON, R.K. **Tamime and robinson's yoghurt: science and technology**. 3. ed. Cambridge: Crc Press, 2007. 791 p.

TAMIME, A.Y. et al. Popular ovine and caprine fermented milks. **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 2– 16, 2011.

VAN LOO, J. et al. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.35, n.6, p.525-552, 1995

VARGAS, M., et al. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 1146-1152, 2008.

WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2336–2346, 2012.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F; FURTADO, M. M. Algumas características físico-químicas do leite de cabra da Zona da Mata Mineira. In: Wolfschoon-Pombo, A. F. **Fabricação do queijo tipo Chabichou**. Juiz de Fora: Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 1978. p. 200.

WU, D.; SUN, D. Colour measurements by computer vision for food quality control: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, p. 5-20, 2013.

YU, H.; WANG, L.; MCCARTHY, K.L; Characterization of yogurts made with milk solids nonfat by rheological behavior and nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Jornal of food and drug analysis**, v. 24. p. 804-812, 2016.

ZHU, Z. et al. Recent insights for the green recovery of inulin from plant food materials using non-conventional extraction technologies: A review. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 33, p.1-9, 2016.